



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 07201831

(43)Date of publication of application: 04.08.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

C23C 16/50

C23F 4/00

H01L 21/205

H05H 1/46

(21)Application number: 05354023

(71)Applicant:

SATO NORIYOSHI
ANELVA CORP

(22)Date of filing: 30.12.1993

(72)Inventor:

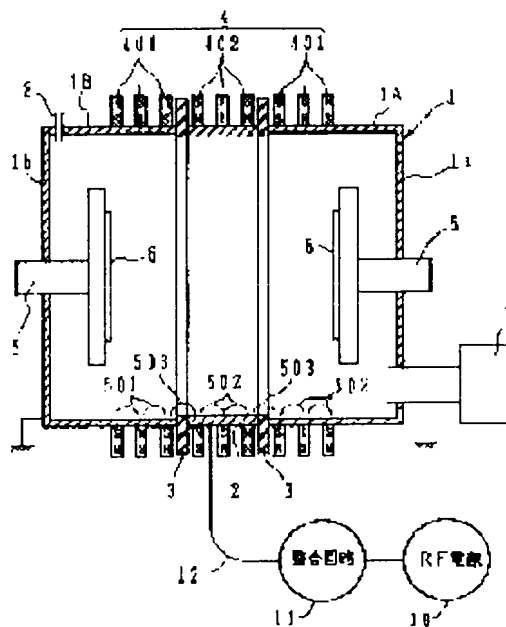
SATO NORIYOSHI
NAKAGAWA KOJIN

(54) SURFACE PROCESSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To simplify the structure of a surface processor and generate its plasma at a low pressure and reduce its energy for projecting ions on a substrate to be processed.

CONSTITUTION In a surface processor, a vacuum container 1, an evacuation mechanism 7, a gas introducing mechanism, a cylindrical discharging electrode 2, electrode supply mechanisms 10, 11, 12 for supplying power to the discharging electrode 2, a magnetic circuit 4, and at least one substrate holding mechanism 5 are provided respectively. The magnetic circuit 4 comprises a plurality of annular permanent magnets 401, 402 which are arranged at spaces coaxially with the discharging electrode 2. Further, the respective annular permanent magnets 401, 402 are so magnetized radially that the polarities of their adjacent magnetic poles are opposite to each other. At least two adjacent annular permanent magnets to each other 402 are provided in the periphery of the discharging electrode 2, and the other permanent magnets 401, 401 are provided respectively in the peripheries of the front spaces of the substrate holding mechanisms 5, 5, and further, in the vicinities of the end parts of the magnetic circuit 4, the substrate-mounted surfaces of the substrate holding mechanisms 5, 5 are provided perpendicularly to the center axis of the discharging electrode 2.



LEGAL STATUS

of request for examination]

06.07.1998

of sending the examiner's decision of rejection]

final disposal of application other than the

's decision of rejection or application converted

on]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

MENU

SEARCH

INDEX

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-201831

(43) 公開日 平成7年(1995)8月4日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/3065

C 2 3 C 16/50

C 2 3 F 4/00

G 8417-4K

H 0 1 L 21/ 302

B

C

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平5-354023

(22) 出願日

平成5年(1993)12月30日

(71) 出願人 590000891

佐藤 徳芳

宮城県仙台市青葉区花壇4番17-110

(71) 出願人 000227294

日電アネルバ株式会社

東京都府中市四谷5丁目8番1号

(72) 発明者 佐藤 徳芳

宮城県仙台市青葉区花壇4番17-110

(72) 発明者 中川 行人

東京都府中市四谷5丁目8番1号 日電ア
ネルバ株式会社内

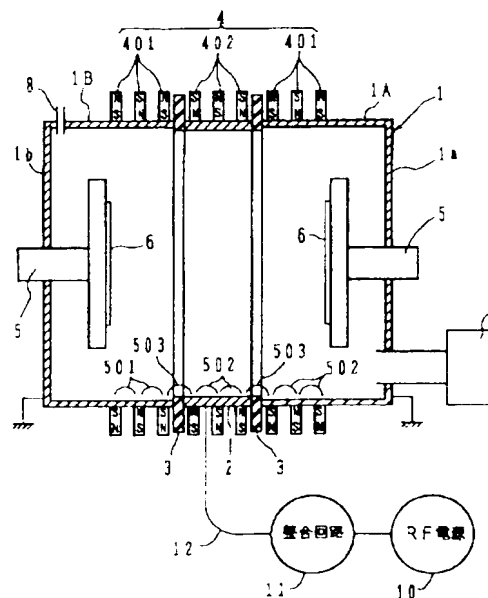
(74) 代理人 弁理士 田宮 寛社

(54) 【発明の名称】 表面処理装置

(57) 【要約】

【目的】 表面処理装置において、簡単な構造を有し、低圧力でプラズマを生成し、かつ被処理基板に対するイオンの照射エネルギーを小さくする。

【構成】 真空容器1と、排気機構7と、ガス導入機構と、筒形の放電用電極2と、この放電用電極に電力を供給する電極供給機構10、11、12と、磁気回路4と、真空容器内に設置される少なくとも1つの基板保持機構5を備え、磁気回路は放電用電極に対し同軸位置であって間隔をおいて並べられた複数のリング状永久磁石401、402からなり、各々のリング状永久磁石は隣合う磁極の極性が互いに逆になるように径方向に着磁され、少なくとも隣合う2個のリング状永久磁石が放電用電極2の周囲に配置され、かつその他の永久磁石が基板支持機構の前面空間の周囲に配置され、基板保持機構の基板設置面が、磁気回路の端部の近傍にて放電用電極の中心軸に対し垂直に配置される。



1: 真空容器
1A, 1B: 真空容器側面図
2: 放電用電極
3: 絶縁物
4: 磁気回路
5: 基板保持機構
6: 被処理基板
7: 排気機構
8: ガス導入管
401, 402: リング状永久磁石
501, 502, 503: 磁界
10, 11, 12: 電極供給機構

【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空容器と、この真空容器内を減圧状態にする排気機構と、前記真空容器内に放電用ガスを導入するガス導入機構と、前記ガスを放電させプラズマを発生させるため筒形の放電用電極と、この放電用電極にプラズマ発生用電力を供給する電極供給機構と、前記放電用電極の周囲に設置される磁気回路と、前記真空容器内に設置される少なくとも1つの基板保持機構を備える表面処理装置において、

前記磁気回路は前記放電用電極に対し同軸位置であって間隔をおいて並べられた複数のリング状永久磁石からなり、各々の前記リング状永久磁石は隣合う磁極の極性が互いに逆になるように径方向に着磁され、

前記複数のリング状永久磁石のうち少なくとも隣合う2個の前記永久磁石が前記放電用電極の周囲に配置され、かつその他の前記永久磁石が前記基板支持機構の前面空間の周囲に配置され、

前記基板保持機構の被処理基板を設置する面が、前記磁気回路の端部の近傍にて前記放電用電極の中心軸に対し垂直に配置される、ことを特徴とする表面処理装置。

【請求項2】 請求項1記載の表面処理装置において、前記放電用電極が、前記真空容器の他の部分との間で絶縁物を介設することによって真空封止を維持しつつ前記真空容器の周面部の一部として設けられることを特徴とする表面処理装置。

【請求項3】 請求項1記載の表面処理装置において、前記放電用電極は、前記真空容器の内部に、前記真空容器の周面部との間で隙間をあけて前記真空容器に対して同軸的に配置され、かつ両端が開放された筒形の形状を有することを特徴とする表面処理装置。

【請求項4】 請求項3記載の表面処理装置において、前記真空容器と前記放電用電極との間に前記放電用電極を取り囲む筒形電極が同軸的に配置され、前記筒形電極の軸方向の長さは前記放電用電極の軸方向の長さよりも長く、前記筒形電極は浮遊電位に保持され、また前記磁気回路の各リング状永久磁石は前記筒形電極の周囲に配置されることを特徴とする表面処理装置。

【請求項5】 請求項4記載の表面処理装置において、前記放電用電極の周囲に相当する箇所に配置される前記リング状永久磁石を、前記放電用電極と前記筒形電極の間の空間に配置したことを特徴とする表面処理装置。

【請求項6】 請求項4または5記載の表面処理装置において、前記放電用電極を軸方向の長さが等しくかつ径の異なる2つの部分からなる筒形部材で形成し、リング状永久磁石を2つ以上用いて構成する他の磁気回路を前記放電用電極の径の小さい部分の周囲に配置したことを特徴とする表面処理装置。

【請求項7】 請求項6記載の表面処理装置において、前記放電用電極は、径の異なる前記部分を交互に並べて

蛇腹形状に形成されていることを特徴とする表面処理装置。

【請求項8】 請求項4または5記載の表面処理装置において、前記放電用電極を内部電極と外部電極からなる内外二重構造とし、前記内部電極と前記外部電極との間にリング状永久磁石を配置したことを特徴とする表面処理装置。

【請求項9】 請求項8記載の表面処理装置において、前記外部電極と前記筒形電極との間には放電が発生する十分な隙間が形成されることを特徴とする表面処理装置。

【請求項10】 請求項8または9記載の表面処理装置において、前記放電用電極に配置された前記リング状永久磁石と、前記筒形電極における前記放電用電極に対応する箇所に配置された前記リング状永久磁石との対向部分の磁極が同極であることを特徴とする表面処理装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は表面処理装置に関し、特に、直流、高周波、マイクロ波等による放電で発生したプラズマを利用して基板の表面処理を行うもので、半導体デバイス製作工程で例えばドライエッチング装置やプラズマCVD装置として利用される表面処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の表面処理装置の一例として、半導体デバイス製作工程の1つであるドライエッチング工程に利用される高周波放電反応装置について説明する。半導体デバイス製作に不可欠である配線パターン形成行程では、ドライエッチング技術が用いられる。ドライエッチング技術では、ハロゲンを含むガスを主成分とした混合ガスを放電によってプラズマ化し、これによって発生した各種活性種（例えば原子状酸素、原子状フッ素、フッ素炭素化合物等）を基板表面の薄膜と反応させ、配線として不要な薄膜部分を除去する。混合ガスをプラズマ化させる最も一般的な方法は、内部が減圧された真空容器中に2枚の平板状電極を対向して設け、一方の電極に高周波電力を供給しかつ他方の電極を接地電位に保持することによって、高周波電力のエネルギーで放電を起こし、2つの電極間にプラズマを発生させる方法である。この方法を利用した装置は平行平板型放電反応装置と呼ばれ、広い分野で利用されている。

【0003】 この平行平板型放電反応装置の改良型として、真空容器内で磁界を作る磁界発生手段を付加することによって、プラズマの生成効率を高めたマグネトロン型放電反応装置が知られている。

【0004】 図7にドライエッチング装置に使用される平行平板型放電反応装置の従来の代表的構成例を示し、これを概説する。71は真空容器、72は基板保持機構を兼ねた放電を発生させるための電極、73は電極72

に対向する電極、74は処理される基板である。電極73は接地電位に保持される。75は真空容器71の内部を所要の減圧状態にする排気機構、76は真空容器71の内部に反応ガスを供給するためのガス導入管である。電極72には高周波電力が供給され、そのための機構としてRF電源77、整合回路78が付設される。電極72には真空封止を兼ねた絶縁物79が付設される。

【0005】図8にはドライエッチング装置として使用される従来のマグネトロン型放電反応装置の構成を示す。磁界を併用したドライエッチング装置は、多くの種類のものが開発されているが、ここではいわゆる回転磁界型装置の例を示した。図8において、図7で示した要素と同一のものは同一の符号を付している。すなわち、71は真空容器、72は基板保持機構を兼ねた電極、73は対向電極、74は基板、75は排気機構、76はガス導入管、77はRF電源、78は整合回路、79は絶縁物である。さらに、真空容器71の外側周囲にリング状の形態を有し、内部に特別な磁極配置構造を有する電磁石装置80が設置される。この特別な磁極配置構造を有する電磁石装置80によれば、被処理基板74の被処理面に対して平行な方向に磁界ベクトル（磁束密度B）81を発生させることができる（文献：Journal of Nuclear Materials 200（1993）pp291-295）。また磁界ベクトル81の方向を基板74の処理面上で回転させることも一般に行われている。

【0006】上記2つのタイプの放電反応装置のそれぞれは、従来から、被処理基板の表面をエッチング処理するドライエッチング装置として広く使用され、線幅1 μ m程度の微細加工を行うエッチングに関しては十分な性能を有し、多くの半導体工場において使用実績がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】前述の従来のドライエッチング装置は、次のような問題を有する。

【0008】半導体デバイス製作工程の微細加工においてドライエッチングを利用する最も大きな理由は、異方性エッチング、すなわち垂直断面を有するエッチングが可能である点にある。しかしながら、1 μ m以下の微細な構造に関してドライエッチングにより垂直断面を得るには、プラズマ中のイオンを被処理基板に対して垂直に入射させなければならない。当該イオンの直進性を良くするための最も簡単な手法は、放電圧力を低くすることである。

【0009】しかしながら、図7の平行平板型放電反応装置では、放電圧力を低くしすぎるとプラズマ密度が低下し、十分な処理速度が得られない。また放電圧力を低くすれば、放電そのものを維持できなくなる。従って、放電圧力を下げるには限界がある。さらに、放電圧力を下げることにより、陰極（電極74）上の自己バイアス電圧が大きくなり、これによって被処理基板74に対するイオンの入射エネルギーが大きくなりすぎ、被処理基板

の表面に損傷を与える危険性が高まる。

【0010】プラズマイオンの入射エネルギーを小さくし基板表面の損傷を防止するという観点で、図8に示したマグネトロン型放電反応装置の応用も広く試みられている。マグネトロン型放電反応装置では、プラズマの生成を外部磁界を併用して行うことで、陰極上の自己バイアス電圧を大きくすることなく放電電圧を小さくすること（1～10mTorr）ができ、その結果として、基板に対するイオンの照射エネルギーを小さくすることができる。その上に、平行平板型放電反応装置と比較して低い放電圧力においても放電が可能であるという利点を有する。

【0010】しかしマグネトロン放電反応装置では、生成されるプラズマが、作られる磁界の分布状態に依存して偏在するので、プラズマの均一性が悪いという問題を有していた。

【0011】本発明の目的は、上記の問題に鑑み、簡単な構造を有し、低圧力でプラズマを発生することができ、被処理基板に対するイオンの照射エネルギーを小さくすることができる表面処理装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明に係る表面処理装置は、真空容器と、この真空容器内を減圧状態にする排気機構と、真空容器内に放電用ガスを導入するガス導入機構と、ガスを放電させプラズマを発生させるため筒形の放電用電極と、この放電用電極にプラズマ発生用電力を供給する電極供給機構と、放電用電極の周囲に設置される磁気回路と、真空容器内に設置される少なくとも1つの基板保持機構を備え、磁気回路は放電用電極に対し同軸位置であって間隔をおいて並べられた複数のリング状永久磁石からなり、各々のリング状永久磁石は隣合う磁極の極性が互いに逆になるように径方向に着磁され、複数のリング状永久磁石のうち少なくとも隣合う2個の永久磁石が放電用電極の周囲に配置され、かつその他の永久磁石が基板支持機構の前面空間の周囲に配置され、基板保持機構の被処理基板を設置する面が、磁気回路の端部の近傍にて放電用電極の中心軸に対し垂直に配置される。

【0013】前記の構成において、好ましくは、放電用電極が、真空容器の他の部分との間で絶縁物を介設することによって真空封止を維持しつつ真空容器の周面部の一部として設けられる。

【0014】前記の各構成において、好ましくは、放電用電極は、真空容器の内部に、真空容器の周面部との間で隙間をあけて真空容器に対して同軸的に配置され、かつ両端が開放された筒形の形状を有する。

【0015】前記の構成において、好ましくは、真空容器と放電用電極との間に放電用電極を取り囲む筒形電極が同軸的に配置され、筒形電極の軸方向の長さは放電用電極の軸方向の長さよりも長く、筒形電極は浮遊電位に保持され、また磁気回路の各リング状永久磁石は筒形電

極の周囲に配置される。なお筒形電極には、必要に応じて、浮遊電位に保持する代りに、バイアス電圧を印加できる構造を設けるようにすることもできる。

【0016】前記の構成において、好ましくは、放電用電極の周囲に相当する箇所に配置されるリング状永久磁石を、放電用電極と筒形電極の間の空間に配置した。

【0017】前記の構成において、好ましくは、放電用電極を軸方向の長さが等しくかつ径の異なる2つの部分からなる筒形部材で形成し、リング状永久磁石を2つ以上用いて構成する他の磁気回路を放電用電極の径の小さい部分の周囲に配置したことを特徴とする。

【0018】前記の構成において、好ましくは、放電用電極は、径の異なる前記部分を交互に並べて蛇腹形状に形成されている。

【0019】前記の構成において、放電用電極を内部電極と外部電極からなる内外二重構造とし、内部電極と外部電極との間にリング状永久磁石を配置した。

【0020】前記の構成において、外部電極と筒形電極との間には放電が発生する十分な隙間が形成される。

【0021】前記の構成において、放電用電極に配置されたリング状永久磁石と、筒形電極における放電用電極に対応する箇所に配置されたリング状永久磁石との対向部分の磁極が同極性である。

【0022】

【作用】本発明では、低圧力において均一性の良好な高密度プラズマを発生できる表面処理装置を提案するもので、従来からプラズマ閉じ込めに利用されていた磁界を同時にプラズマ生成にも利用することによって、均一性の良好な高密度プラズマを容易に発生させ得る。また磁力線をプラズマの生成および閉じ込めに同時に利用するための構成として、高周波放電機構の応用が望ましい。

【0023】表面処理装置においては、プラズマ生成のための放電を発生させるための高周波電力を供給する電極の構造を従来の平板状から筒状へ変更し、この放電用電極の外周囲にリング状永久磁石が配置される。これによってプラズマは筒状放電用電極の内部に発生し、真空容器の内部に拡散する。またこのプラズマは、リング状永久磁石による磁界によって従来よりも高密度化される。さらに、この高密度のプラズマは真空容器内に拡散し、かつ放電空間以外に配置されたリング状永久磁石による磁力線によって真空容器内の空間に均一性を閉じ込められる。

【0024】上記ごとくプラズマの閉じ込めに利用されていた磁力線をプラズマの発生にも利用し、低圧力で高密度のプラズマを効率よく発生させ、かつプラズマの均一性を高める。

【0025】

【実施例】以下に、本発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。

【0026】図1は本発明に係る表面処理装置の第1実

施例の構成を示す縦断面図である。図1において、1は全体としての真空容器であり、真空容器1の中央部には筒形（例えば円筒形）の放電用電極2が設けられる。放電用電極2は、その両側に配置された2つのリング状絶縁物3によって真空容器1の両側部分（金属製）1A、1Bから絶縁されている。真空容器1は、上記筒形の放電用電極2と両側部分1A、1Bとによって気密な密封容器として形成されており、端面部1a、1bを除く部分は、例えば円筒のごとき筒形状を有する。この筒形状を有する部分を、ここでは「周面部」という。またリング状の絶縁物3は、真空容器1の両側部分1A、1Bのそれぞれと放電用電極2との間を真空封止する構造を有する。真空容器1の内部空間は、表面処理を行うときに所要の真空状態（減圧状態）に保持され、導入された放電用ガスを放電させて必要なプラズマが生成される。また真空容器1の両側部分1A、1Bは接地電位に保持される。

【0027】真空容器1内には、例えば2つの基板保持機構5が、その基板保持面を対向して設置される。基板保持機構5は真空容器1の両側の端面部1a、1bに取り付けられる。2つの基板保持機構5のそれぞれの上に搭載された被処理基板6に対して表面処理が行われる。

【0028】真空容器1における放電用電極2を含む円筒形の周面部の外側周囲にはリング状永久磁石からなる磁気回路4が設置される。磁気回路4は、適当な間隔で並べて設置された複数のリング状永久磁石401、402で構成される。リング状永久磁石401、402は、放電用電極2を含む周面部に対し同軸的な位置に配置される。少なくとも2つの永久磁石401は真空容器1の両側部分1A、1Bの周囲に配置され、少なくとも2つの永久磁石402は放電用電極2の周囲に配置される。真空容器1の両側部分1A、1Bはそれぞれ内部に各基板保持機構5の基板6の前面空間を有し、リング状永久磁石401は、その前面空間を開くように設置される。複数の永久磁石401、402による磁気回路4の構成では、図1に示すように、リング状永久磁石は、径方向の着磁され、かつ磁極の配置が隣合う永久磁石で互いに逆になるように着磁されている。

【0029】上記基板保持機構5の被処理基板6を設置する面は、磁気回路4の端部の近傍にて放電用電極2の中心軸に対し垂直に配置される。

【0030】真空容器1の端面部1aには排気機構7が設けられ、その内部空間に存在するガスを排気する。また真空容器1にはガス導入管8とガス導入機構（図示せず）によって所定流量の所定ガスが導入される。排気機構7の排気速度とガス導入機構によるガス導入流量を調整することによって、真空容器1内の圧力を所定の値に設定することができる。

【0031】放電用電極2には電力供給機構が付設され、必要な電力が供給される。電力供給機構は、高周波

(RF)電源10と整合回路11を含んで構成され、高周波電源10により発生した高周波電力を整合回路11で調整して給電線12で電極2に供給する。

【0032】なお電力供給機構は広義に理解し、直流、高周波およびマイクロ波による電力供給機構を含むものとする。ただし本実施例では、高周波、特に工業用周波数に指定されている13.56MHzの応用例に関して説明する。

【0033】図1および図2を参照して、上記構成に基づき表面処理装置の基本的な動作について説明する。図2は、磁気回路4による磁界の形状およびその影響によるプラズマの生成状態を示す図であり、この図では真空容器1を簡略化して示し、絶縁物3や基板保持機構5を省略している。

【0034】最初に排気機構7によって真空容器1の内部を排気して所要の減圧状態にし、その後にはガス導入管6およびガス導入機構によって所定ガスを所定圧力になるように真空容器1内に導入する。この所定の圧力は、ガス種、磁界強度等によってそれぞれの最適値になるように設定される。

【0035】次に高周波電源10によって発生された高周波電力を整合回路11を通して放電用電極2に供給する。その結果、円筒形の放電用電極2の内側空間に高周波による放電が発生し、プラズマが生成される。このときのプラズマの発生状態は、磁気回路4の構成に依存して決まる。

【0036】図1および図2に示すように、本実施例では、磁気回路4を構成するリング状永久磁石を、その作用の特性によって2つの群(永久磁石401と永久磁石402)に分けて設けている。永久磁石401による作用は、永久磁石401により作られる磁力線501が真空容器1の両側部分1A、1Bの容器壁のみを横切ることである。永久磁石402による作用は、永久磁石402によって作られる磁力線502が放電用電極2を横切り、その内部空間に広がることである。永久磁石401および永久磁石402の境界部に発生する磁力線503は、真空容器1の両側部分1A、1Bの容器壁と放電用電極2の双方を横切る。

【0037】上記作用を生じる磁気回路4を備えた表面処理用真空容器1において、放電用電極2を用いてその内部空間に生成されたプラズマは、次のような特徴を有する。プラズマを発生させるために放電用電極2に高周波電力を供給した場合、電極2の表面には高周波電圧による電界(平均値としての電界)が存在し、これによって加速された電子が真空容器1内に導入された気体分子(原子)に衝突し、これをイオン化することにより特に高密度のプラズマが局所的に生成され、真空容器1内に拡散されながら維持される。プラズマが発生したとき、プラズマ中の電子の運動は磁気回路4で作られる磁界によって決定される。本実施例では、磁界502との相互

作用に基づき図2に示される箇所に特に高密度のプラズマ505が生成される。本実施例におけるプラズマの生成・維持機構は従来のマグネトロン形放電反応装置と基本的に同一である。しかし、さらに詳しく述べると、本実施例のプラズマの生成・維持機構では、プラズマ発生用の放電用電極2およびその外周間に設置されたリング状永久磁石402の構成によって次のような特徴を有する。

【0038】円筒形をした放電用電極2の内側表面とその内部空間に生成されるプラズマとの間には電圧降下部(電位差)があり、そこには直流電界(静電界)が存在する。プラズマ中の電子の運動方向は、この電界と、永久磁石402により発生した磁界502のうち当該電界と直交する成分とによって決定される。具体的には、電子は電界のベクトルと磁界のベクトルの外積の方向(径方向内方)に移動し、電界と磁界の作用に基づいて放電用電極2の内壁に沿って周方向に運動し、その移動経路は閉じている。このようにプラズマ発生領域における電子の移動経路が閉じていることにより、プラズマ発生領域における電子の散逸が抑制され、局所的に高密度のプラズマを容易に発生させかつ維持することができる。本実施例の構成によって発生した高密度プラズマの特徴は、図2の505に示されるように、放電用電極2の内側表面に近接してリング状の領域を形成し、かつ高密度のプラズマが生成されることにある。リング状領域でプラズマを発生させるには、前述のごとく、円筒形状の放電用電極2の周間に複数のリング状永久磁石402が磁極の配置を交互に異ならせて配置され、それらによって作られる磁力線502が放電用電極2の内側表面に交差し当該表面を横切ることが必要である。

【0039】上記のようにして放電用電極2の内側空間に発生したプラズマにおいて、その中に存在するイオンおよび活性化されたガス分子または原子は、真空容器1の内部全体に拡散し、被処理基板6の表面に形成された薄膜と反応してこれを除去する。このとき、永久磁石401により発生する磁界501は、プラズマ中の荷電粒子の真空容器1の両側部分1A、1Bの内壁面との衝突による損失を減少させ、プラズマの密度を高く保ち、かつ被処理基板6の表面近傍におけるプラズマ密度の均一性を良好にする作用を有する。

【0040】上記実施例においては真空容器両側部分1A、1Bと放電用電極2とを一体化して真空容器1を構成しているため、真空容器1内に放電用電極を配置することが不要となる。また磁気回路4を大気中に設置できるため、磁気回路4を冷却するための構造を設けることが容易であり、保守管理が簡単である等の構造上の利点を有する。

【0041】上記実施例で明らかなように、本発明の特徴は、磁界502を用いてリング状状態の領域に存在する高密度プラズマ505を発生させ、この高密度プラズマ

マ505で発生するイオンおよび活性化されたガス分子または原子を、さらに別の磁界501によって効率よくかつ均一に拡散させ、これによって被処理基板6の表面処理を可能にした点にある。

【0042】次に、図3を参照して本発明の第2の実施例を説明する。図2において、図1で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付している。本実施例の特徴は、放電用電極を真空容器とは別に用意し、この円筒形の放電用電極を、真空容器1の内部であって、同軸的位置にかつ軸方向の中央位置に設置した点にある。2は円筒形の放電用電極であり、真空容器1の径よりも小さい径で作られている。電極2を支持する部材の図示は省略される。放電用電極2は、真空封止部材を兼ねた小型のパイプ状絶縁物13を通して配線される給電線12によって高周波電力を供給され、この高周波電力でプラズマを生成する。真空容器1と放電用電極2との間の隙間14は、その間に放電が入り込まない程度に小さい間隔にする必要がある。この間隔の寸法は、放電を行うガスの種類および圧力によって異なるが、一般に数ミリ(mm)程度が望ましい。また真空容器1は接地電位に保持される。

【0043】本実施例においては、第1の実施例において必要とされたリング状絶縁物3、および電極2と真空容器両側部分1A、1Bとの接続部の構造が不要となり、この点で装置構成が簡略化されるという利点を有する。また放電用電極2と真空容器1とが別部材として作られるため、周面部の径が大きい真空容器1を容易に作ることができる。その他の装置構成および永久磁石401、402の着磁方向については、第1の実施例と全く同じである。また本実施例においても、プラズマの生成・維持のための機構は、第1の実施例において説明したものと全く同じである。

【0044】前述の第1および第2の実施例では、真空容器1の内表面が、プラズマ中のイオンによりスパッタされ易いという特性を有する。特に、基板保持機構5に直流あるいは交流のバイアスを与えて被処理基板6の表面を処理する場合、真空容器1の内壁がスパッタされたり、放電が不安定になる等の不具合が生じる。この原因は、上記の各実施例においては、接地電位にある真空容器を電極として利用しているためである。すなわち、プラズマ電位が基板保持機構5のバイアスに従って変化し、プラズマ電位と接地電位との間の電位差、すなわち真空容器1の内表面にできるシース内の直流電界が大きくなり、これによるイオンの加速に起因するスパッタリングが起きやすいためである。さらに、前記した電位差が非常に大きくなると、局所的なアーク放電が発生し、プラズマの状態が不安定になる場合もある。かかる不具合を解消するために、以下の実施例が提案される。

【0045】図4を参照して本発明の第3の実施例を説明する。この実施例の特徴は、前述の第2の実施例の構

成において、放電用電極2と真空容器1の間に第2の円筒状電極9（以下、円筒状電極9と記す）を設置した点にある。円筒状電極9は、陽極であり、その軸方向の長さが放電用電極2よりも長くなるように形成される。また好ましくは、円筒状電極9は絶縁物（図示せず）を介して真空容器1に固定され、電氣的に浮遊させる。また必要に応じて、円筒状電極9にバイアス電源19を含むバイアス印加用構造を設け、バイアス電源19によって任意のバイアス（接地電位も含む）を与えてもよい。電圧円筒状電極9と真空容器1の間には磁気回路4を設置する。磁気回路4の構造は、第1および第2の実施例の場合と同じである。

【0046】放電用電極2には、第2の実施例と同様な絶縁物13と、円筒状電極9に設けられた真空封止部材を兼ねた小型の同様な絶縁体16を通して配線される給電線12で高周波電力を供給され、この高周波電力でプラズマを発生させる。絶縁体16は、絶縁体13を延長して同一物として設けることもできる。本実施例におけるプラズマの生成・維持のための機構は、前述の各実施例で説明した機構と同じである。放電用電極2と円筒状電極9との間の隙間15は、その間に放電が入り込まない程度に小さくし、寸法的には前記隙間14とほぼ同じである。また円筒状電極9と真空容器1の間には、磁気回路4が設置するのに十分な隙間が形成される。なお真空容器1と円筒状電極9との間に磁気回路4を設置するのに十分な隙間を設ける余裕のない場合は、磁気回路4を真空容器1の外側に設置することもできる。

【0047】第3の実施例によれば、円筒状電極9を電氣的に浮遊させることによって、基板保持機構5に対し直流あるいは交流のバイアスを与えた場合にも、円筒状電極9の電位がプラズマ電位に従って変化するため、プラズマ電位との電位差が小さく保たれることになり、第2の実施例での不具合が解消される。また基板保持機構5が、その構造上バイアス電圧をかけにくい場合には、円筒状電極9にバイアスを与えることによって被処理基板6に入射するイオンのエネルギーを制御することができる。さらに高周波による放電では、被処理基板6近傍のプラズマの空間電位が高周波により振動し、被処理基板6に入射するイオンのエネルギー幅が広がり、微細加工プロセスに悪影響を及ぼすことがある。このときは、第3図におけるバイアス電源の代わりに真空容器1と円筒状電極9とをコンデンサを介して接続し、これにより円筒状電極9の電位に関する高周波による振動を消し、プラズマの空間電位の振動を抑制することができる。コンデンサの容量は放電に用いる周波数の高周波に対し十分に低いインピーダンスを持つものであればよい。

【0048】次に、図5を参照して本発明の第4の実施例を説明する。本実施例では、前述の第3の実施例の構成において、放電用電極2において、径の大きい部分（大径部）201と径の小さい部分（小径部）202を

複数交互に連続して設けた構造を有する。放電用電極2は、小径部と大径部が軸方向に繰返して形成される蛇腹形状に類似した形状を有する。また磁気回路4のうちプラズマ生成を行うための永久磁石402は、放電用電極2の径の小さい部分202と円筒状電極9の間の空間に設置される。放電用電極2の径の大きい部分201と円筒状電極9との間の隙間17は、その間に放電が入り込まない程度に小さくする必要があり、その寸法は隙間14とほぼ同じである。また永久磁石402と円筒状電極9との間も同程度の隙間を設けることが望ましいが、永久磁石402の材質が、例えばフェライト等の絶縁物である場合には必ずしも隙間を必要としない。その他の装置構成および永久磁石の着磁方向は、第3の実施例の場合と全く同じである。

【0049】プラズマは、放電用電極2の径の大きい部分201の内側空間に発生する。本実施例によるプラズマの生成では、第1の実施例で説明したマグネトロン放電による高密度プラズマの発生およびその維持と、いわゆるホローカソード効果（近接して設置された陰極の間を電子が往復運動することによって高密度プラズマを発生させる作用）によるプラズマ生成・維持機構を併用することによって、さらにプラズマの高密度化を実現している。

【0050】図6を参照して本発明の第5の実施例を説明する。本実施例の特徴は、放電用電極2およびプラズマ発生用の磁気回路を構成する円筒状永久磁石402の構造にある。本実施例では、放電用電極2は、軸方向の長さが等しくかつ径が小さい部分（以下内部電極という）203と大きい部分（以下外部電極という）204とを内外に重ねて配置し、かつ電気的に接続して構成されている。外部電極204と放電用電極2との間の隙間18は、前述の各実施例においてはその間に放電が入り込まない程度に小さくする必要があったが、本実施例においてはこの隙間18をプラズマ発生用空間として利用するため、ある程度大きな隙間として形成する。この隙間18の寸法は、放電するガスの圧力によって異なるが、一般的に数センチ（cm）程度が望ましい。

【0051】またプラズマを発生させるためのリング状永久磁石403を、放電用電極2の内部電極203と外部電極204との間の空間に2個以上配置する。リング状の永久磁石403の着磁方向は、永久磁石401の場合と同様に行われる。また永久磁石403の位置は、その外側磁極がリング状永久磁石402の内側磁極と向い合うように配置し、さらに磁極の向きは、リング状永久磁石402とリング状永久磁石403の向い合う磁極が同じ極になるように設置する。その他の装置構成およびその他の永久磁石401、402の着磁方向は、第1の実施例と全く同じである。

【0052】また円筒状電極9は本実施例においても浮遊電位とし、電極9に関する基本的な動作原理は第4の

実施例の場合と同じである。

【0053】本実施例においては、プラズマは、放電用電極2の内部電極203の内側空間と、放電用電極2の外部電極204と円筒状電極9との間の隙間18の2箇所において発生する。内部電極203の内側空間に発生するプラズマの生成・維持のための機構は、第1の実施例において説明した機構と全く同じである。また隙間18におけるプラズマの生成については、第2の実施例で説明したマグネトロン放電とホローカソード効果の併用によるプラズマ生成・維持の機構によって、さらなるプラズマの高密度化の実現を可能とした構造を有する。

【0054】前記の各実施例では、真空容器内において対称的な位置関係で2つの基板保持機構を備えるようにしたが、1つの基板保持機構を設けるだけでもよい。

【0055】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように本発明によれば、高周波等を利用したマグネトロン放電による表面処理装置において、従来プラズマの損失防止用に用いられていた磁力線の一部をマグネトロン放電によるプラズマ生成にも利用できるように放電用電極の形状に工夫をしたため、効率よく高密度プラズマを発生させ、かつ被処理基板に表面処理の均一性を良好に保つことができる。本発明は、各種の高速かつ均一な大面積処理を要求されるプラズマ処理装置であるドライエッチング装置、CVD装置等に適用すると、その効果が顕著になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る表面処理装置の第1の実施例の構成を示す縦断面図である。

【図2】図1中の要部を示す図である。

【図3】本発明の第2の実施例を示す縦断面図である。

【図4】本発明の第3の実施例を示す縦断面図である。

【図5】本発明の第4の実施例を示す縦断面図である。

【図6】本発明の第5の実施例を示す縦断面図である。

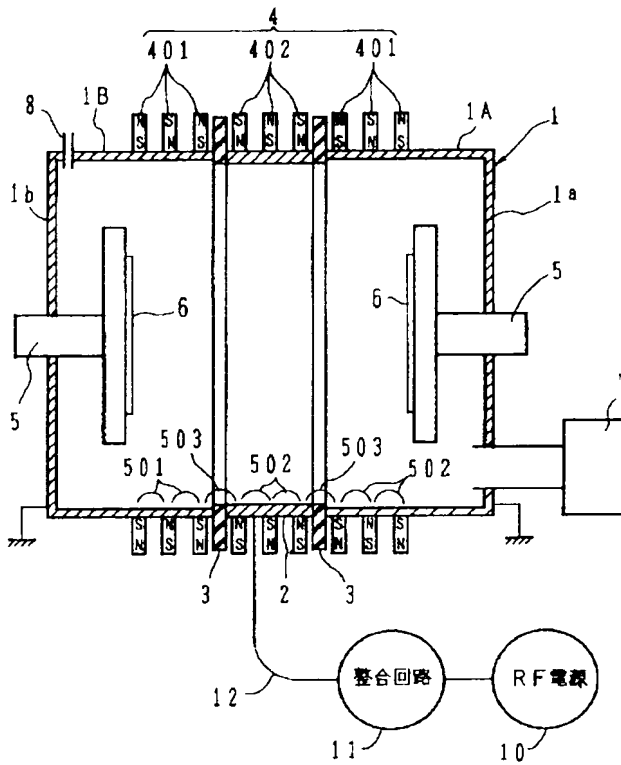
【図7】従来の平行平板型表面処理装置の例を示す断面図である。

【図8】従来のマグネトロン型表面処理装置の例を示す断面図である。

【符号の説明】

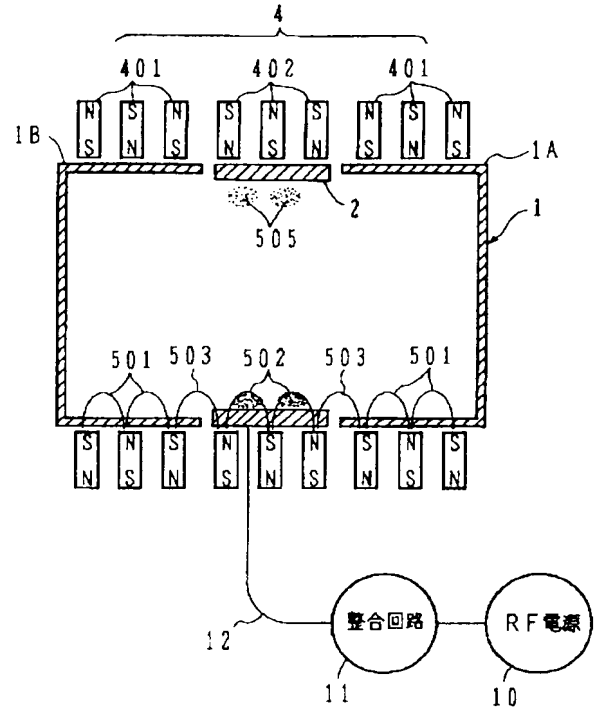
1	真空容器
1 A, 1 B	真空容器両側部分
2	放電用電極
3	絶縁物
4	磁気回路
5	基板保持機構
6	被処理基板
7	排気機構
8	ガス導入機構
401, 402	リング状永久磁石
501, 502, 503	磁界・磁力線

【図1】

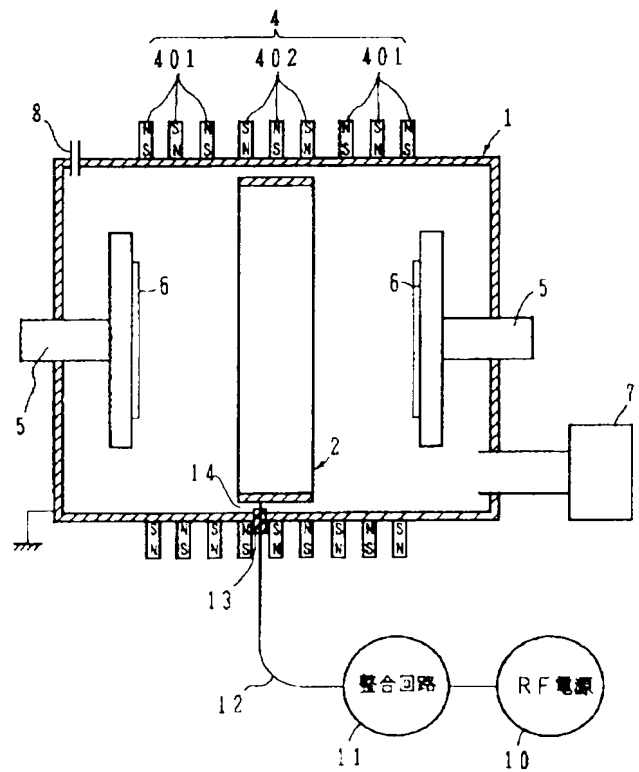


- 1: 真空容器
1A, 1B: 真空容器両側部分
2: 放電用電極
3: 絶縁物
4: 磁気回路
5: 基板保持機構
6: 被処理基板
7: 排気機構
8: ガス導入管
401, 402: リング状永久磁石
501, 502, 503: 磁界

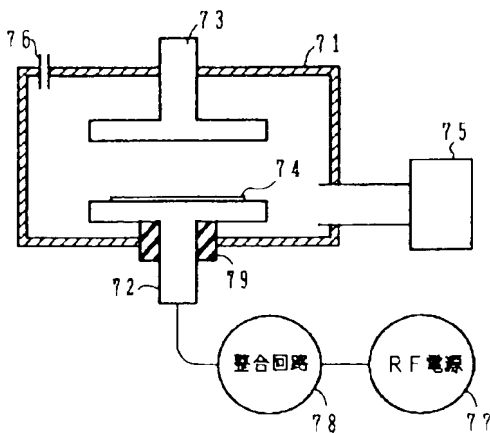
【図2】



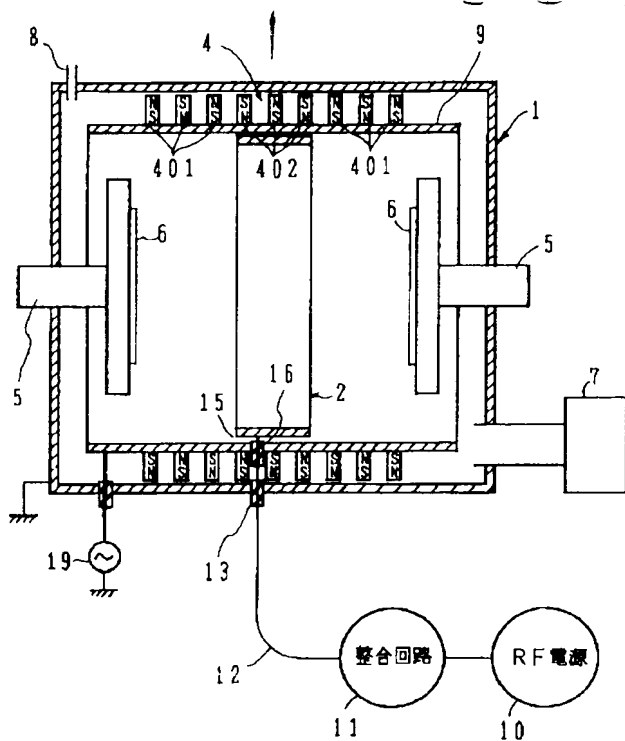
【図3】



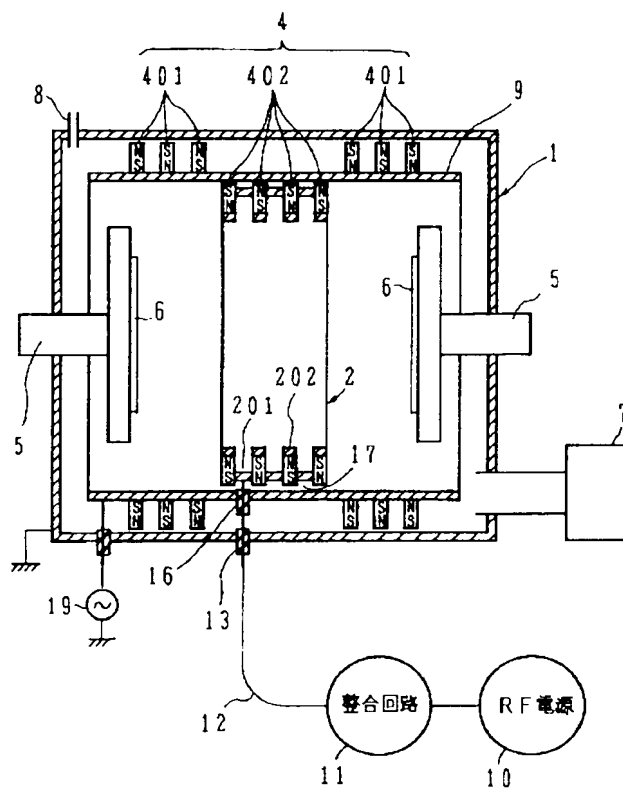
【図7】



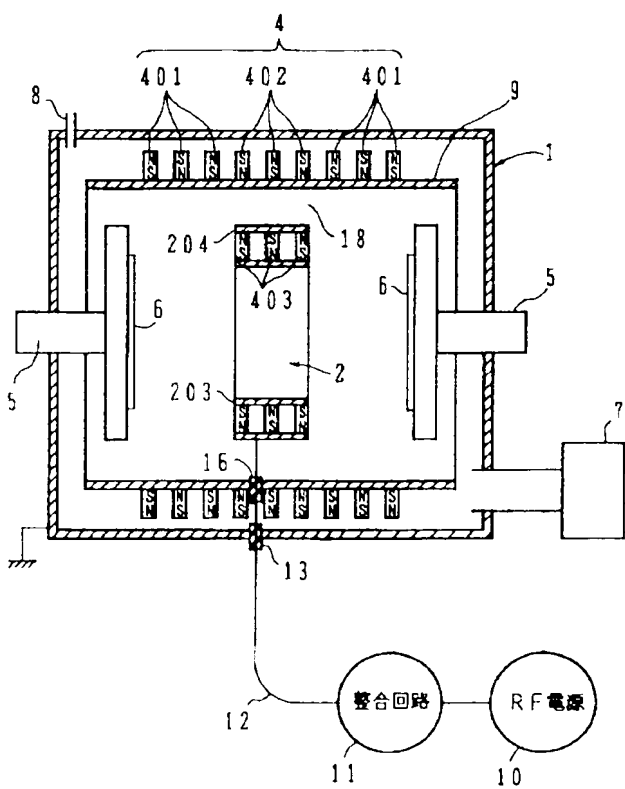
【図4】



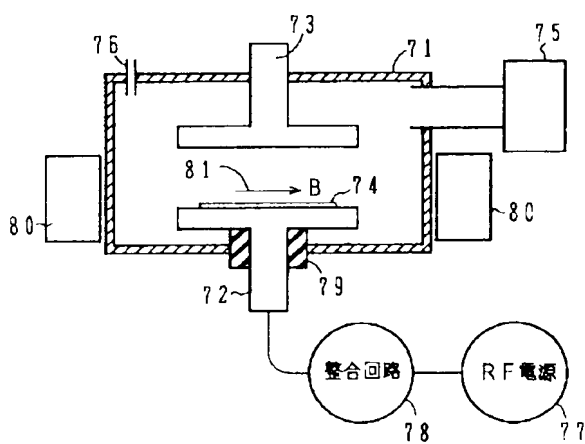
【図5】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 L 21/205

H 0 5 H 1/46

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 9014-2G